

OPTICAL SURGE SUPPRESSION CIRCUIT

Publication number: JP11205238 (A)

Publication date: 1999-07-30

Inventor(s): TAKEHANA TSUKASA; WATABE NOBUTAKA

Applicant(s): NIPPON ELECTRIC CO

Classification:

- international: **H04B10/16; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/17; H04B10/16; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/17;**
(IPC1-7): H04B10/14; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/16;
H04B10/17

- European: H04B10/17A

Application number: JP19980020334 19980114

Priority number(s): JP19980020334 19980114

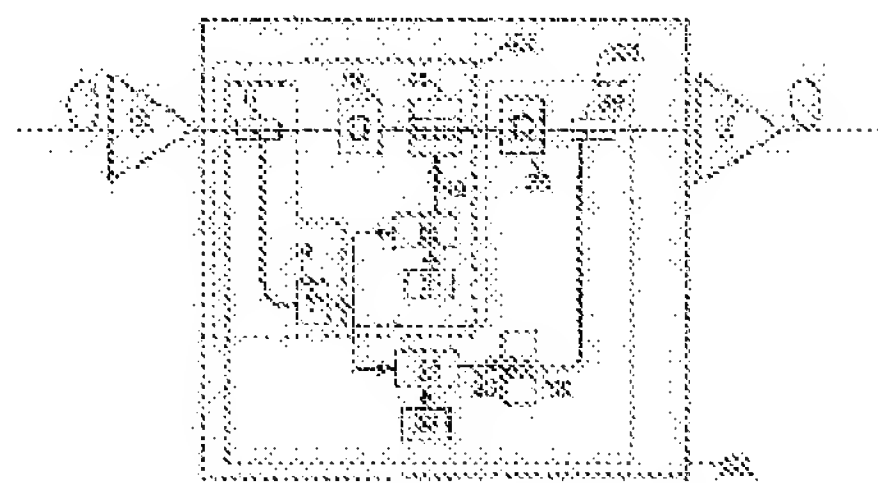
Also published as:

EP0930729 (A2)

US6373610 (B1)

Abstract of JP 11205238 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reliability of an optical transmission system by compensating reduction in a level of a signal light and surely suppressing production of optical surge.
SOLUTION: The circuit consists of an optical surge compression circuit 102 to compress an optical surge included in an input signal light outputted from an input side optical amplifier 10 and of an optical output level compensation circuit 103 that superimposes a pseudo signal on the input signal light for a period when the reduction in the level of the input signal light is caused in the case that a steep level reduction such as momentary interruption takes place in the input signal light so as to compensate apparently the reduction in the level of the input signal light. Thus, the production of optical surge is prevented and steep level reduction of the input signal light is compensated.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(11)特許出願公開番号

特開平11-205238

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

FI

H0 4 B 10/14

H04B 9/00

CS

10/06

J

10/04

10/17

10/16

審査請求 有 請求項の数 8 FD (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平10-20334

(22) 出廳日

平成10年(1998)1月14日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 發明者 竹花 吏

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 渡部 信孝

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

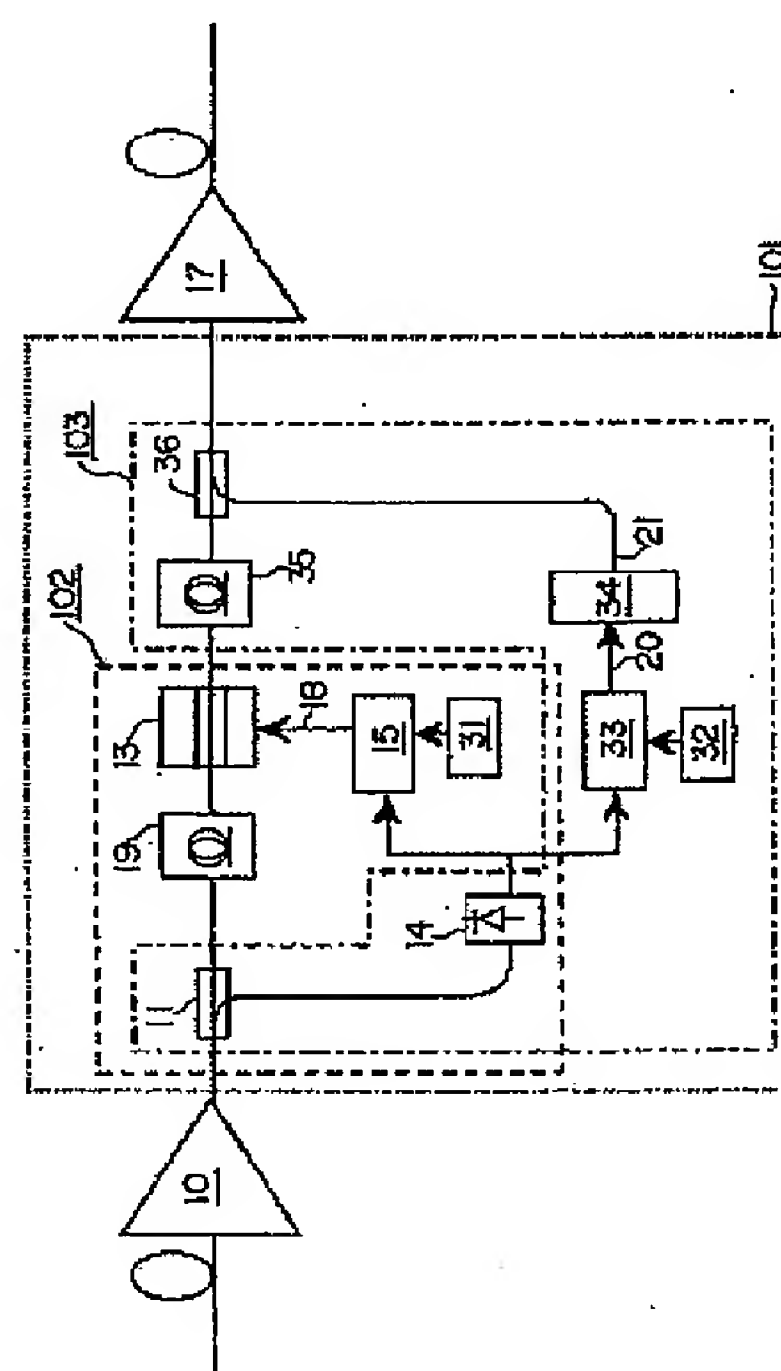
(74) 代理人 弁理士 野田 茂

(54) 【発明の名称】 光サージ抑圧回路

(57) 【要約】

【課題】 信号光のレベル低下を補償するとともに光サージの発生を確実に抑圧して光伝送システムの信頼性を向上させること。

【解決手段】 入力側の光増幅器 10 から出力された入力信号光に含まれている光サージを圧縮するための光サージ圧縮回路 102 と、入力信号光に瞬断等の急峻なレベル低下が発生している場合、前記入力信号光の前記レベル低下が発生している期間、当該入力信号光へ擬似的な信号を重畳し、前記入力信号光のレベル低下を見かけ上補償する光出力レベル補償回路 103 から構成され、光サージの発生を防止するとともに入力信号光の急峻なレベル低下を補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号光に発生しているレベル低下を補償するレベル低下補償回路と、
前記入力信号光に発生している光サージを抑圧する光サージ圧縮回路と、
前記レベル低下補償回路により前記レベル低下が補償され、前記光サージ圧縮回路により光サージが抑圧された前記入力信号光を出力する信号光出力回路と、
を備える光サージ抑圧回路。

【請求項 2】 前記入力信号光から分岐した信号光をモニタする入力信号モニタ回路を有し、前記レベル低下補償回路は、前記入力信号モニタ回路がモニタした前記信号光をもとに検出した前記入力信号光のレベル低下している期間の光出力レベルを補償し、前記光サージ圧縮回路は、前記入力信号モニタ回路がモニタした前記信号光をもとに前記入力信号光の光サージを検出し、該検出した前記入力信号光の光サージを抑圧することを特徴とする請求項 1 記載の光サージ抑圧回路。

【請求項 3】 前記レベル低下補償回路は、前記入力信号モニタ回路がモニタした前記信号光のレベル低下を検出する信号光レベル低下検出回路と、前記入力信号光の光出力レベルを補償する光出力レベル補償信号光を生成する補償信号光生成回路と、該補償信号光生成回路により生成した前記光出力レベル補償信号光を前記信号光レベル低下検出回路が検出したレベル低下している期間の前記入力信号光に重畳する補償信号光重畳回路とを備え、
前記光サージ圧縮回路は、前記入力信号モニタ回路がモニタした前記信号光の光サージを検出する光サージ検出回路と、該光サージ検出回路により検出した前記光サージの発生している前記入力信号光を透過させる光強度変調器と、該光強度変調器が前記光サージの発生している前記入力信号光を透過させる際の光透過特性を、前記光サージ検出回路による光サージの検出をもとに抑圧する透過特性に制御する光強度変調器制御部とを備えていることを特徴とする請求項 2 記載の光サージ抑圧回路。

【請求項 4】 前記補償信号光重畳回路が、光出力レベル補償信号光を前記信号光レベル低下検出回路が検出したレベル低下している期間の前記入力信号光に重畳するタイミングを合致させるための第 1 の光遅延回路と、前記光強度変調器制御部が、光強度変調器の透過特性を制御するタイミングを前記入力信号光の光サージ発生期間に合致させるための第 2 の光遅延回路とを備えていることを特徴とする請求項 3 記載の光サージ抑圧回路。

【請求項 5】 前記補償信号光生成回路が生成する光出力レベル補償信号光の波長は、前記入力信号光の波長と異なっていることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 記載の光サージ抑圧回路。

【請求項 6】 前記信号光出力回路は、増幅機能を有

し、光出力一定制御を行う光増幅器であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか 1 項記載の光サージ抑圧回路。

【請求項 7】 前記信号光出力回路は、増幅機能を有し、利得一定制御を行う光増幅器であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか 1 項記載の光サージ抑圧回路。

【請求項 8】 前記信号光出力回路は、増幅機能を有し、光出力一定制御および利得一定制御の両方により動作する光増幅器であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか 1 項記載の光サージ抑圧回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光入力信号の急峻なレベル変動に伴って発生する光サージを抑圧する光サージ抑圧回路に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エルビウム添加光ファイバ増幅器（EDFA）等の光増幅器の開発により、一部の再生中継器の代わりに光増幅器を用いた長距離伝送システムの導入が検討されている。実際に光増幅器を伝送システムに用いる場合、安定した増幅特性が必要となることから、光増幅器には、（1）光出力一定制御方式、（2）利得一定制御方式等の利得制御が行われている。ところが、前記光出力一定制御方式や利得一定制御方式では、例えば、伝送路の切断、装置障害、コネクタ誤挿抜等により光入力断状態や急峻なレベル変動が生じると、光サージが発生しやすいことが一般的に知られている。図 5 は、光出力一定制御方式を用いた光増幅器における動作特性の一例を示す説明図である。図 5（a）に示すように時間 T_s 秒の入力断状態が生じた場合、同図（b）に示すように光増幅器は入力信号が無いにもかかわらず出力を一定に保つべく利得を増加させるため、瞬断時間終了後、時刻 t_1 で入力信号が再び元のレベルに復帰すると、同図（c）に示すような光サージが生じる。光サージが発生すると、光コネクタ端面の焼損、光受信部の破壊等多くの問題が生じることになる。

【0003】この光サージを抑圧する方法として、特開平 7-240717 号公報や特開平 8-18136 号に開示されている技術が提案されている。特開平 7-240717 号公報によれば、入力レベルを検出し、予め設定してある基準値とを比較することにより、（1）基準値よりも入力レベルが高い場合には光出力一定制御、

（2）基準値よりも入力レベルが低い場合には、利得固定制御（リミッタ動作または増幅器停止）に切り替え、これら 2 つの制御方式の切り替えにより光サージの抑圧を行う方法が開示されている。また、特開平 8-18136 号公報では、光ファイバ増幅器の光出力レベルと利得をモニタしてそれぞれの設定誤差と比較することで、光出力一定制御動作もしくは光利得リミッタ動作を選択

し光サージの抑圧を行う方法が開示されている。図 5 (c) に一点鎖線で示す光サージ波形が光利得リミッタ動作を選択したときの光サージである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の光サージ抑圧回路は以上のように構成されていたので、前者の光サージの抑圧を行う方法では、光入力レベルを基準に利得リミッタ動作と光出力一定動作を切り替えるため、切替点での動作が不安定になことが予想される。また、動作安定のために切替点にヒステリシスを設けたり、時定数を大きくした場合、信号の瞬断時間が短いと、光サージを抑

圧しきれない課題があった。また後者の光サージの抑圧を行う方法では、入力瞬断時、光出力一定制御による利得上昇を利得リミッタ動作により設定利得に抑えられるものの、リミッタとしての前記設定利得で決る光サージが発生してしまう。1993年電子情報通信学会春季大会講演論文集B-941によれば、立ち上がりの短い

(msec以下)光サージが生じた場合、光増幅器の多段接続により光サージは成長することが示されており、利得リミッタ動作により設定利得に抑えられ発生する光サージ量が小さい場合でも光増幅器の多段接続により光サージが成長するため、小さい光サージ量の発生であっても無視できない課題があった。

【0005】そこで本発明の目的は、信号光のレベル低下を補償するとともに光サージの発生を確実に抑圧して光伝送システムの信頼性を向上させる光サージ抑圧回路を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明に係る光サージ抑圧回路は、入力信号光に発生しているレベル低下を補償するレベル低下補償回路と、前記入力信号光に発生している光サージを抑圧する光サージ圧縮回路と、前記レベル低下補償回路により前記レベル低下が補償され、前記光サージ圧縮回路により光サージが抑圧された前記入力信号光を出力する信号光出力回路とを備えたことを特徴とする。

【0007】この発明の光サージ抑圧回路は、入力信号光にレベル低下や光サージが発生しても、前記入力信号光に発生しているレベル低下を補償するとともに、前記入力信号光に発生している光サージを抑圧し、見掛け上、前記レベル低下や前記光サージの発生していない信号光を再生して出力する。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の一形態について説明する。図1は、本実施の形態の光サージ抑圧回路の構成を示すブロック図である。この光サージ抑圧回路は、入力側の光増幅器10から出力された入力信号光に含まれている光サージを圧縮するための光サージ圧縮回路102と、前記入力信号光に瞬断等の急峻なレベル低下が発生している場合、この入力信号光のレベル低下

が発生している期間、当該入力信号光に擬似的な信号を重畳し、信号光レベル低下を見かけ上補償する光出力レベル補償回路103から構成され、光サージの発生を防止するとともに入力信号光の急峻なレベル低下を補償する。

【0009】光サージ圧縮回路102は、光分岐部11、光強度変調器13、受光回路14、光強度変調器制御部15、光遅延回路19、および光サージ検出レベル設定回路31などから構成されている。また、光分岐部11と受光回路14から入力信号モニタ回路が構成されている。光出力レベル補償回路103は、入力低下レベル基準値が設定されたレベル基準値設定部32、出力レベル補償信号光の出力レベルを制御する光出力レベル補償制御部33、光出力レベル補償信号送出部34、光遅延回路35、光合波器36などから構成されている。

【0010】図2は、図1における受光回路14および光出力レベル補償信号送出部34の内部構成を含む光サージ抑圧回路101のブロック図であり、受光回路14はPINフォトダイオード14aと電流-電圧変換回路14bと広帯域アンプ14cにより構成されている。また、光出力レベル補償信号送出部34は、発振波長が入力信号光と異なるレーザダイオード34aと光強度変調器34bから構成されている。

【0011】光増幅器10は、本実施の形態では光出力一定回路のエルビウム添加ファイバ増幅器が用いられる。光分岐部11と受光回路14からなる入力信号モニタ回路は光分岐部11で入力信号光から分岐されたモニタ信号光により入力信号光の観測を行うものである。光強度変調器13は、強度変調器高速制御信号18により損失を変化させ、光サージを予め設定したレベルまで圧縮するものであり、例えば電界吸収型半導体光変調器などが用いられる。PINフォトダイオード14aは600MHzの帯域を有している。電流-電圧変換回路14bは、PINフォトダイオード14aの出力電流を電圧信号に変換する。

【0012】広帯域アンプ14cは、電流-電圧変換回路14bから出力された電圧信号を光強度変調器制御部15および光出力レベル補償制御部33へ出力するものである。光強度変調器制御部15は、受光回路14から出力されたモニタ信号により入力信号光の光サージの有無を監視し、光サージを検出した場合、光強度変調器高速制御信号18を出力して光強度変調器13の損失を変化させ、光サージを予め設定したレベルまで圧縮するものである。光サージ検出レベル設定回路31は、モニタした信号光レベルから光強度変調器制御部15が光サージを検出するため、モニタした信号光の入力信号モニタレベルと比較する光サージ検出レベル設定値が設定されている回路である。図4は、前記入力信号モニタレベルに対する前記光サージ検出レベル設定値 V_{th1} と後述する入力低下レベル基準値 V_{th2} 、および光強度変調

10

20

30

40

50

器透過特性と光出力レベル補償信号光を示す動作説明図である。光遅延回路 19 は、光強度変調器 13 において時間的なズレがなく光サージの圧縮が行われるよう、光強度変調器 13 の前に配置された入力信号光を遅延させる回路である。

【0013】レベル基準値設定部 32 は、モニタされた信号光レベルと比較する、光入力レベルの低下を検出するための前記入力低下レベル基準値 V_{th2} を設定する。光出力レベル補償制御部 33 は、モニタされた前記信号光レベルと前記入力低下レベル基準値との比較を行い、光入力レベルの低下を検出するものである。レーザダイオード 34a は、発振波長が入力信号光と異なるレーザを発振するものである。光強度変調器 34b は、光出力レベル補償制御部 33 からの制御信号により損失が制御され、信号光レベルの低下を補償する前記レーザダイオード 34a の発振出力をもとに生成された光出力レベル補償信号光 21 を出力する回路である。光遅延回路 35 は、光出力レベル補償信号光 21 が光強度変調器 13 から出力された入力信号光のレベル低下しているタイミング位置に最適に重畳されるよう調整を行うため、前記入力信号光へ遅延量を付与する回路である。光合波器 36 は、光強度変調器 34b から出力された光出力レベル補償信号光 21 を前記遅延量が付与された入力信号光のレベル低下しているタイミング位置へ重畳させるものである。光増幅器 17 は、光合波器 36 の出力を光増幅する前記光増幅器 10 と同様に構成されたものである。

【0014】次に、動作について説明する。今、光増幅器 10 の入力信号光に立ち上がり・立ち下り時間が数 μ s オーダーの瞬断時間幅 T_s の光瞬断が生じ、光増幅器 10 の出力光に図 3 (a) に示すような光サージが発生した場合を考える。まず、光サージ抑圧回路 101 に入力される入力信号光を光分岐部 11 により信号光とモニタ光に分岐し、受光回路 14 において光入力レベルの観測を行う。受光回路 14 は、帯域が 600MHz の PIN フォトダイオード 14a と電流-電圧変換回路 14b と広帯域アンプ 14c により構成されており、前記モニタ光は PIN フォトダイオード 14a により電流信号に変換され、さらに電流-電圧変換回路 14b により電圧信号に変換され、広帯域アンプ 14c により増幅され、光強度変調器制御部 15 と光出力レベル補償制御部 33 へ出力される。

【0015】光強度変調器制御部 15 では、受光回路 14 でモニタされた信号光レベルと光サージ検出レベル設定回路 31 に設定されている光サージ検出レベル設定値（定常状態入力レベル）との比較を行う。そして、モニタされた信号光レベルが光サージ検出レベル設定値 V_{th1} 以上であると光サージと見なされ、光強度変調器制御部 15 は光強度変調器高速制御信号 18 を出力して光強度変調器 13 の損失を制御する。この光強度変調器 13 の場合、印加電圧を制御することで損失を制御し、図

3 (b) に示す光サージがのった信号光のタイミング位置に対し、同図 (b) に示すように損失を増加させることで光サージを圧縮する。

【0016】一方、光出力レベル補償制御部 33 では、受光回路 14 でモニタされた信号光レベルとレベル基準値設定部 32 に設定されている入力低下レベル基準値 V_{th2} との比較を行い、光入力レベルの低下を検出する。そして、前記モニタされた信号光レベルが前記入力低下レベル基準値 V_{th2} 以下となっている期間、所望のレベルに変換された光入力レベル低下信号 20 を光出力レベル補償信号送出部 34 の光強度変調器 34b へ送出する。発振波長が信号光と異なるレーザダイオード 34a と光強度変調器 34b から構成される光出力レベル補償信号送出部 34 は、光出力レベル補償制御部 33 から送出された光入力レベル低下信号 20 により光強度変調器 34b の損失を制御し、信号光レベルの低下を補償するようにレーザダイオード 34a の発振出力をもとに生成された光出力レベル補償信号光 21 を合波器 36 へ出力し、光出力レベル補償信号光 21 を光遅延回路 35 により遅延量が付与された入力信号光のレベル低下しているタイミング位置へ重畳させる。この結果、光サージ圧縮回路 101 から出力される信号光は、図 3 (d) に示すように見かけ上、無瞬断の信号光となり、後段に接続される光増幅器 17 の出力においては、図 3 (e) に示すように光サージが抑圧されて発生することはない。また、受信端にて光サージ抑圧信号光の波長をカットするような光フィルタを用いることで、光サージ抑圧信号を除去し、受信端での符号誤りを防ぐことができる。ここで光遅延回路 19 は、光強度変調器 13 において光サージの圧縮が最適になるよう、また光遅延回路 35 は光出力レベル補償信号光が信号光のレベル低下しているタイミング位置へ最適に重畳されるよう遅延量の調整が行われている。

【0017】以上のように、本実施の形態によれば、入力信号光に瞬断等によりレベル低下や光サージが生じていても、確実に光サージ圧縮回路 102 により光サージの抑圧が行われるとともに、瞬断等により生じた信号光のレベル低下が光出力レベル補償回路 103 により補償され、前記信号光のレベル低下や前記光サージが見掛け上、生じていない信号光として再生し出力できる。

【0018】なお、前記実施の形態では光強度変調器 13 として電界吸収型半導体光変調器が用いられるものとして説明したが、リチウム・ナイオベート変調器 (LN 変調器) などの高速動作可能な光強度変調器ならば同様の効果を得ることが出来る。

【0019】また、前記実施の形態では光増幅器 10、17 は光出力一定制御を行うものとして説明したが、利得一定制御された光増幅器や、光出力一定制御および利得一定制御の両方により動作する光増幅器などを用いた場合でも同様の効果を得ることが出来る。

【0020】また、図2に示すサージ抑圧回路101とその出力を増幅する光増幅器17から構成される光増幅器回路ブロック100を用いて線形中継を行う際、それぞれの光増幅器回路ブロック100に用いている光出力レベル補償信号送出部34のレーザダイオード34aの波長を少しずつずらすことにより、受信端にて光瞬断区間をレーザダイオード34aの波長により特定することも可能である。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、入力信号光に発生して 10
いるレベル低下をレベル低下補償回路により補償するとともに、前記入力信号光に発生している光サージを光サージ圧縮回路により抑圧し、前記レベル低下補償回路によりレベル低下が補償され、前記光サージ圧縮回路により光サージが抑圧された前記入力信号光を信号光出力回路から出力するように構成したので、入力信号光に発生しているレベル低下の補償だけでなく光サージも抑圧して、瞬断などにより入力信号光にレベル低下や光サージが発生しても、見掛け上、前記レベル低下や前記光サージの発生していない信号光を再生し出力でき、光増幅器 20
を用いた光伝送システムの信頼性を向上できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の光サージ抑圧回路の構*

*成を示すブロック図である。

【図2】受光回路および光出力レベル補償信号送出部の内部構成を含む本発明の実施の一形態の光サージ抑圧回路を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の一形態の光サージ抑圧回路の動作説明図である。

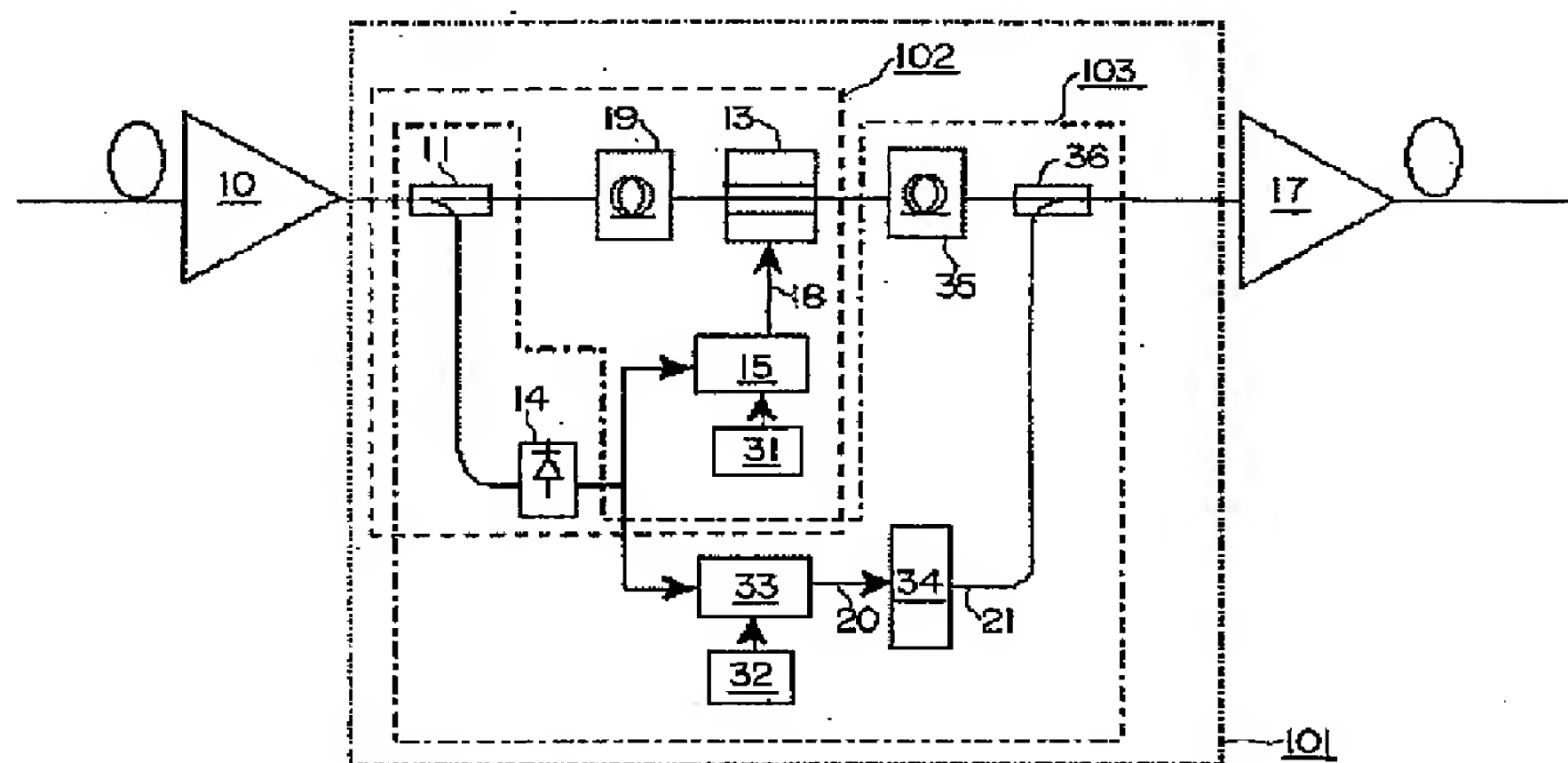
【図4】本発明の実施の一形態の光サージ抑圧回路の入力信号モニタレベルに対する光サージ検出レベル設定値と入力低下レベル基準値、および光強度変調器透過特性と光出力レベル補償信号光を示す動作説明図である。

【図5】光出力一定制御方式を用いた光増幅器における動作特性の一例を示す説明図である。

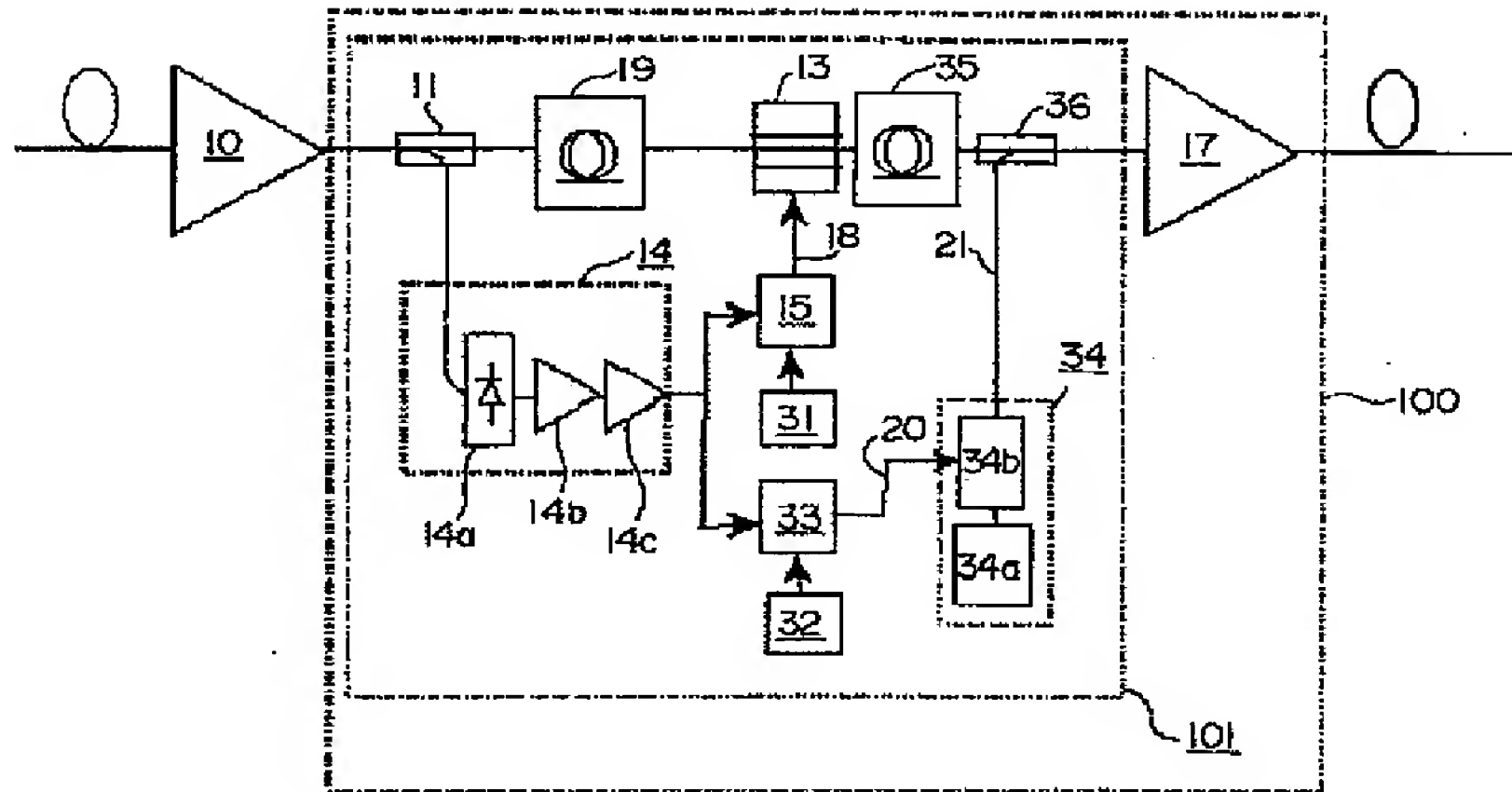
【符号の説明】

11……光分岐部（入力信号モニタ回路）、13……光強度変調器、14……受光回路（入力信号モニタ回路）、15……光強度変調器制御部（光サージ検出回路）、17……光増幅器（信号光出力回路）、19……光遅延回路（第2の光遅延回路）、33……光出力レベル補償制御部（信号光レベル低下検出回路）、34a……レーザダイオード（補償信号光生成回路）、35……光遅延回路（第1の光遅延回路）、36……光合波器（補償信号光重畳回路）、101……光サージ抑圧回路、102……光サージ圧縮回路、103……光出力レベル補償回路（レベル低下補償回路）。

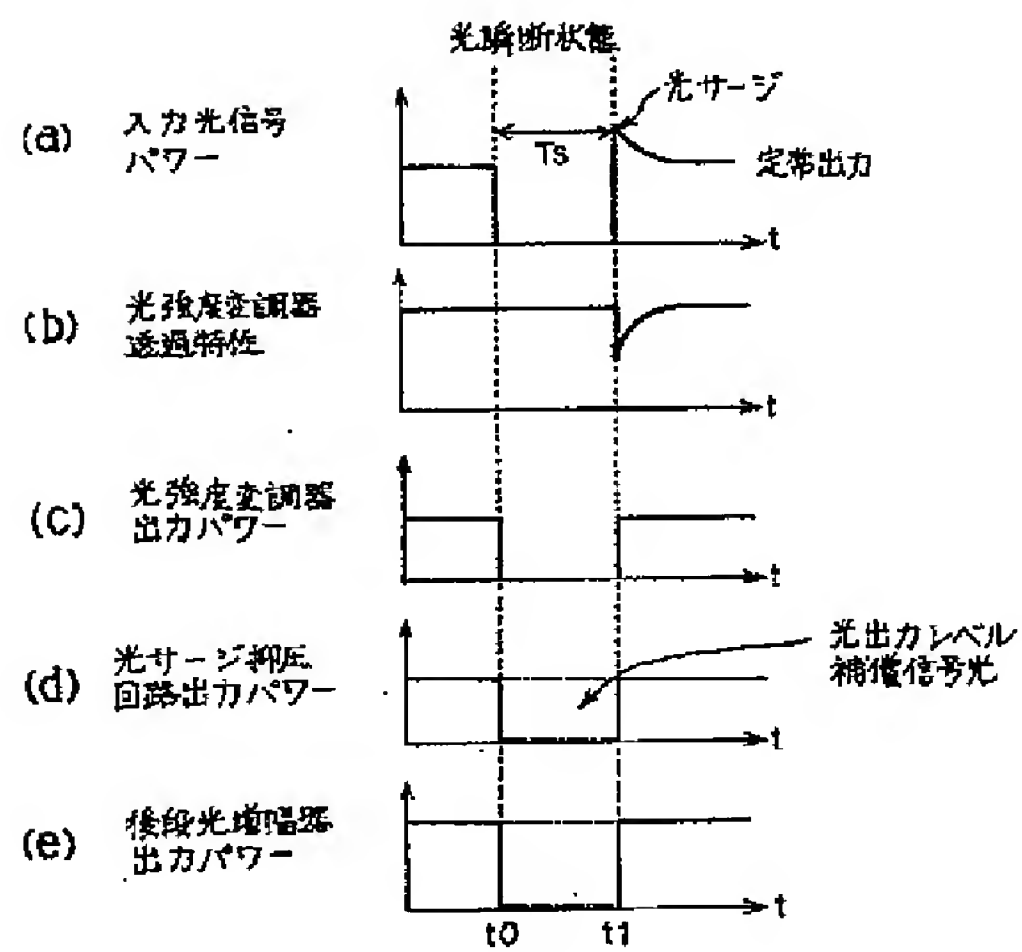
【図1】



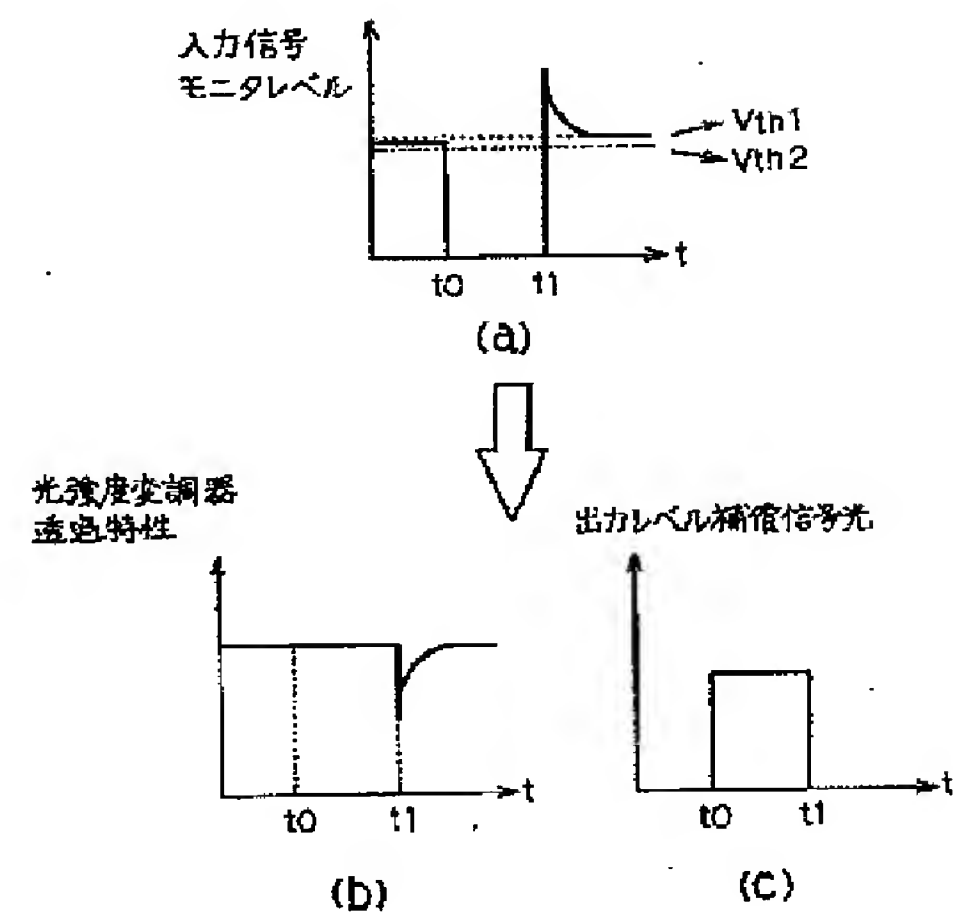
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

